

# Anexo 1

CÁLCULO AUTOMATIZADO DE ANCHO DE ACERAS

INFORME PRECISIÓN MÉTRICA

Autor: DIRECCIÓN GENERAL DE PLANIFICACIÓN ESTRATÉGICA. Subdirección  
General de Innovación e Información Urbana



desarrollo  
urbano

MADRID

# TASA DE VADOS. CÁLCULO AUTOMÁTIZADO DE ANCHO DE ACERAS

Descripción del proceso

JUNIO 2021

*Documentación del proceso del cálculo de ancho de aceras a partir de los datos del callejero y la cartografía municipal*

*Laboratorio de las Tecnologías de la Información Geográfica  
Subdirección General de Innovación e Información Urbana  
Área de Gobierno de Desarrollo Urbano*

## Contenido

Introducción .....	3
1. Descripción del proceso .....	4
2. Análisis de incidencias .....	10
3. Proceso de revisión de campo .....	15
4. Resultados .....	16

## Introducción

Desde el año 2010 la Agencia Tributaria de Madrid ha solicitado al Departamento de Cartografía la colaboración en el cálculo del ancho de acera existente en aquellas direcciones de la ciudad en las que se tiene registrado la existencia de un vado.

Para la realización de dicho cálculo se parte de un listado de direcciones y se cuenta con información del callejero y la cartografía municipal actualizados.

El objetivo del presente informe es documentar el proceso de cálculo ejecutado en mayo de 2021 y comentar los resultados obtenidos.

# 1. Descripción del proceso

El proceso de cálculo del ancho de aceras para cada una de las direcciones facilitadas consiste en identificar la posición de los registros a través de la información del callejero municipal, localizar la acera más próxima y la distancia entre el punto inicial y el punto final de la intersección.

La estructura del proceso es la siguiente:

## 1. Preparación de los datos.

1.1. Carga en base de datos relacional.

1.2. Selección de registros con dirección normalizada.

1.3. Equiparación de registros a través de su código de número de policía.

## 2. Obtención de la posición a partir del código de número de policía vigente.

## 3. Proceso de obtención de ancho de acera para cada registro.

3.1. Extraer el ángulo de rotulación del número de policía. Dicho ángulo se establece por los operadores de la aplicación de gestión del callejero municipal (CADMA) para que la numeración se rotule paralela al vial al que pertenece el número.

3.2. Calcular la perpendicular de dicho ángulo.

3.3. Seleccionar la acera más próxima siguiendo una línea recta entre la posición del número de policía y dicho ángulo.

3.4. Obtener el punto inicial de intersección entre la línea y la acera.

3.5. Obtener el punto final de intersección entre la línea y la acera.

3.6. Calcular la distancia euclidiana entre ambos puntos.

A continuación se describe detalladamente cada una de ellas.

## 1. Preparación de los datos.

La preparación de los datos consiste en el proceso que permite seleccionar los registros que van a poder ser utilizados en el cálculo individual a partir de su posición y teniendo en cuenta la cartografía existente.

### 1.1. Carga en base de datos relacional.

A partir del fichero en formato Excel recibido se realiza una carga de la información en una base de datos relacional (Ms Access).

### 1.2. Selección de registros con dirección normalizada.

Una vez verificada la correcta y completa carga de la información se realiza una consulta de aquellos registros cuya columna [Clase edificio]=1

### 1.3. Equiparación de registros a través de su código de número de policía.

Los datos resultantes del paso anterior se verifica que su código de número de policía se encuentra entre los registros de numeración de policía (NDP) de la base de datos de mantenimiento del callejero municipal (CADMA).

El subconjunto de registros que cumplan con esa condición serán los que serán procesados.

Los registros que han sido identificados con el código 1 de [Clase edificio], pero que su código de número de policía no coincide con ninguna numeración vigente de la base de datos de CADMA puede deberse a que sean numeraciones históricas o que haya habido algún error en la codificación de dichos registros.

## 2. Obtención de la posición a partir del código de número de policía vigente.

Como consecuencia del paso anterior [1.3] en el que se establece la relación entre la tabla de registro de vados y la tabla de números de policía de CADMA, a través del código de número de policía existente en ambas tablas se puede obtener de la tabla de números de policía las coordenadas en las que se localiza cada uno de los registros.

Dichas coordenadas se obtienen de la geometría almacenada en la columna [SHAPE] a partir del programa ESRI.ArcMap 10.5

## 3. Proceso de obtención de ancho de acera para cada registro.

3.1. Extraer el ángulo de rotulación del número de policía. Dicho ángulo se establece por los operadores de la aplicación de gestión del callejero municipal (CADMA) para que la numeración se rotule paralela al vial al que pertenece el número.

La aplicación CADMA almacena, asociado al número de policía, el ángulo (la dirección) del vial al que pertenece. Dicho ángulo se utiliza para que al mostrar en la cartografía cada uno de los números aparezcan paralelos a la calle del que forman parte.



Esta circunstancia permite conocer la dirección más probable en la que se va a encontrar la acera más próxima a dicha numeración (NDP) y la orientación en la que hay que calcular dicho ángulo

### 3.2. Calcular la perpendicular de dicho ángulo.

El ángulo asociado al número de policía es paralelo a la calle (y a la acera) en la que se encuentra. Por este motivo es necesario obtener la perpendicular a dicho ángulo que será la trayectoria que indicará el ancho de la acera respecto a la localización del vado.



Dicho cálculo se realiza :

```
'calculamos el ángulo perpendicular
If ndpAngulo <= 90 Then
    ndpAngulo = ndpAngulo + 90
ElseIf ndpAngulo > 90 Then
    ndpAngulo = ndpAngulo - 90
End If
```

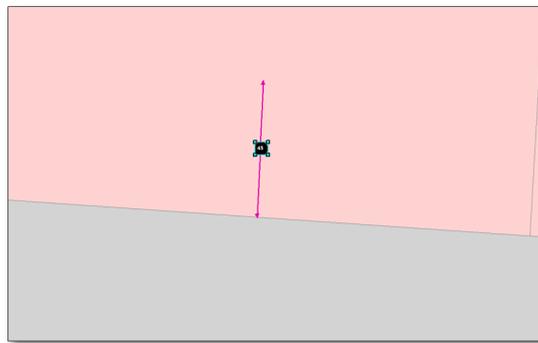
### 3.3. Seleccionar la acera más próxima siguiendo una línea recta entre la posición del número de policía y dicho ángulo.

Una vez obtenido el ángulo perpendicular de la calle en la que se encuentra el número de policía [3.2] se busca la acera siguiendo dicha trayectoria y partiendo del punto de inserción del número de policía.

El objetivo de este proceso es obtener la localización de la geometría de acera más próxima.

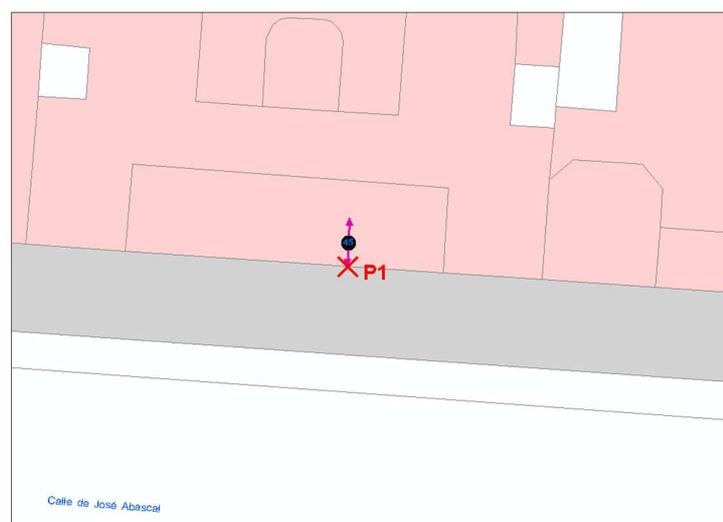
Se busca en ambos sentidos de la trayectoria

$$\begin{aligned}x1 &= \text{NDP.X} + ([\text{distancia\_de\_búsqueda } 1\text{mm}] * \text{Coseno\_del\_angulo\_ndp}) \\y1 &= \text{NDP.Y} + ([\text{distancia\_de\_búsqueda } 1\text{mm}] * \text{Seno\_del\_angulo\_ndp}) \\x2 &= \text{NDP.X} - ([\text{distancia\_de\_búsqueda } 1\text{mm}] * \text{Coseno\_del\_angulo\_ndp}) \\y2 &= \text{NDP.Y} - ([\text{distancia\_de\_búsqueda } 1\text{mm}] * \text{Seno\_del\_angulo\_ndp})\end{aligned}$$



### 3.4. Obtener el punto inicial de intersección entre la línea y la acera.

En el momento en el que el sistema indica que ha encontrado una geometría de acera ya se conoce hacia cuál de los dos sentidos de la línea hay que dirigirse y dónde está el punto inicial (P1) de la intersección entre la fachada y la acera que va a permitir calcular el ancho de la acera.



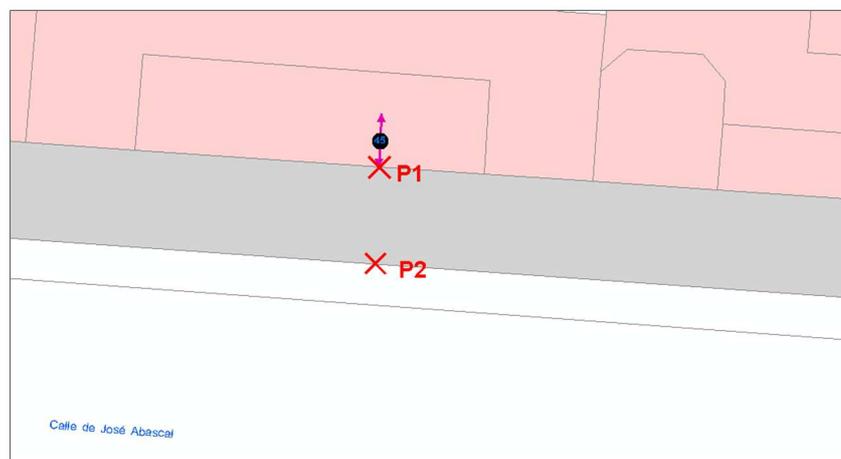
En el caso que no encuentre una geometría de acera en menos de 25 metros se descarta el registro ya que en los casos observados que se encuentran en esta circunstancia las probabilidades que el proceso seleccione la acera correcta sobre la que se encuentra el vado son muy escasas. Dichos registros se almacenan como una incidencia.

Igualmente en el caso que el número de policía se encuentre sobre una acera tampoco se puede obtener su anchura.

### 3.5. Obtener el punto final de intersección entre la línea y la acera.

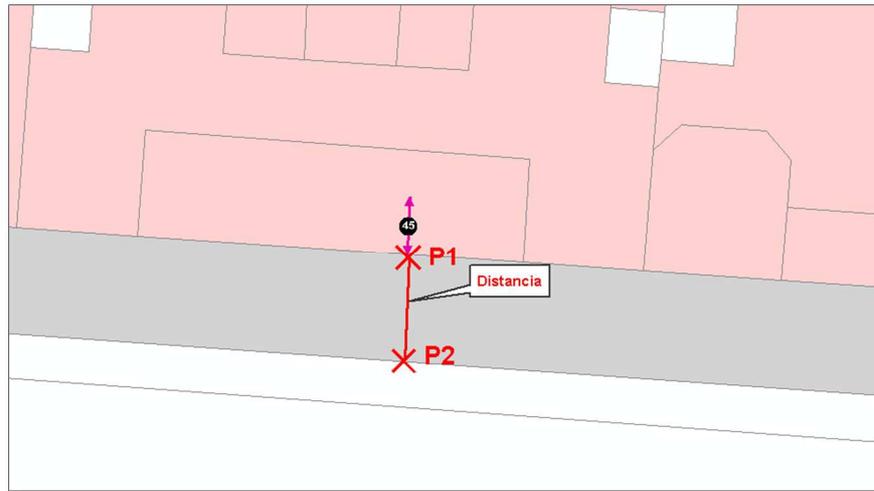
Una vez obtenido el inicio de la acera la forma de obtener hasta dónde llega es continuar seleccionando geometrías en la misma dirección hasta el momento en el que el sistema indique que ya no está seleccionando una geometría de acera.

En ese momento se entiende que se ha llegado a la calzada y que se ha alcanzado el punto final de la acera (P2) a partir del cual es posible calcular el ancho de acera.



### 3.6. Calcular la distancia euclidiana entre ambos puntos.

A partir del punto inicial P1 y el punto final P2 es posible obtener la distancia euclidiana que es la que vamos a utilizar como valor del ancho de acera para ese registro.



$$\text{Ancho} = \text{Round}(\text{Sqr}((P1.X - P2.X)^2 + (P1.Y - P2.Y)^2), 3)$$

Llegado a este punto se almacenan el resultado en el fichero de salida y se pasa al siguiente registro.

## 2. Análisis de incidencias

### 1. Diseño de la geometría de aceras de la cartografía.

En algunas ocasiones el modo en el que se han dibujado algunos aspectos de las aceras de la cartografía no permite realizar un cálculo que se ajuste a las necesidades del procedimiento descrito.

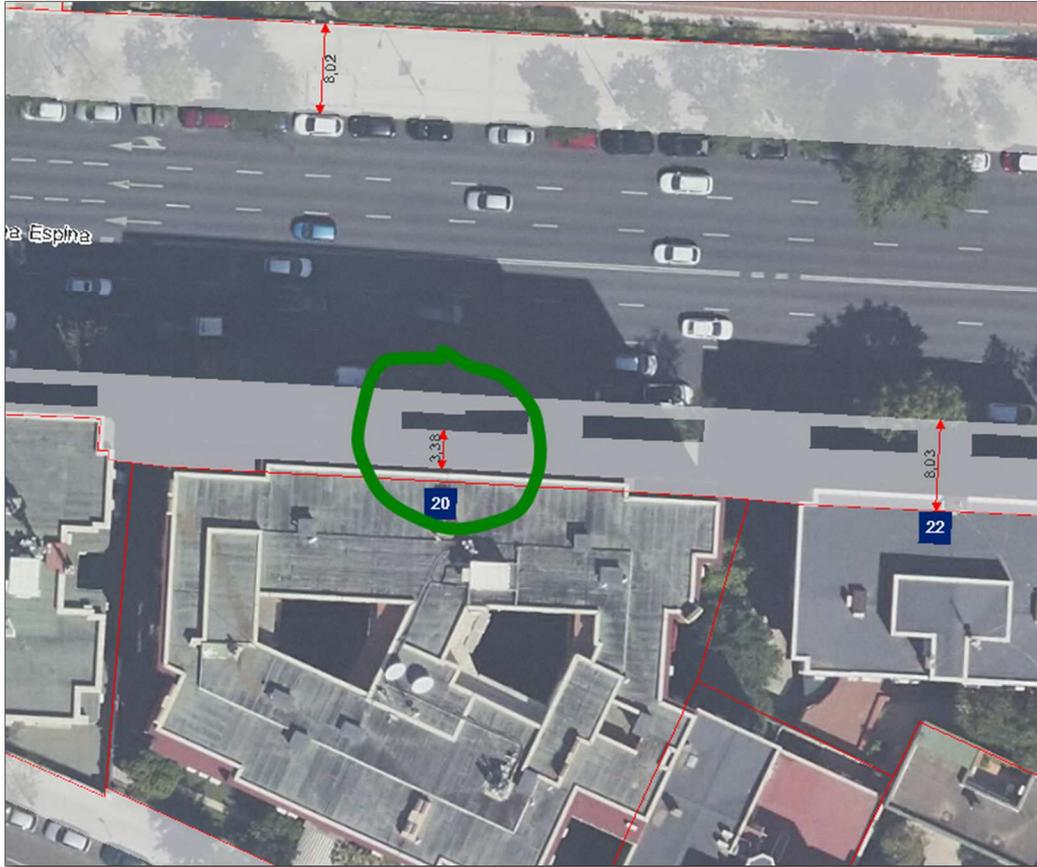
Estas son algunas de las incidencias observadas.

Definición de acera como calle peatonal



Calle Alfonso Rodríguez Santamaría 13 y 15

Acera incluye zona ajardinada en el que se interrumpe el cálculo. También afecta el tomarse la posición del número de policía en vez en el lugar dónde se encuentra el vado.



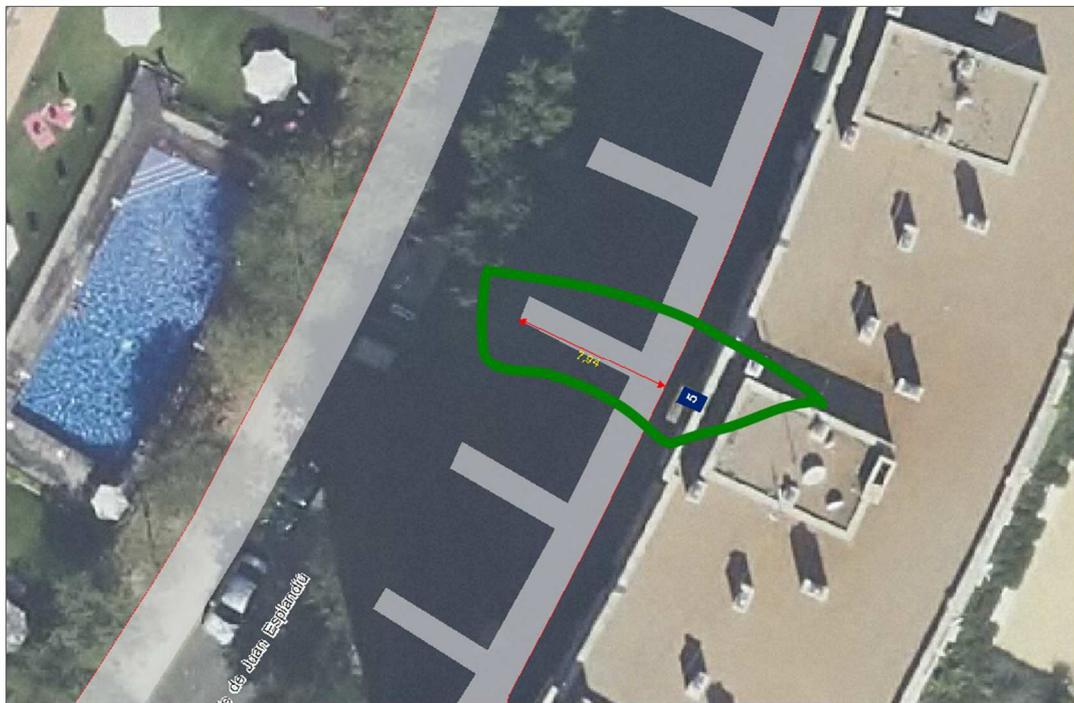
Avenida de Concha Espina 20

## 2. Posición del número de policía registrado con respecto a la localización del vado

Los vados no siempre cuentan con un número de policía específico ubicación en la posición en la que se encuentran. La tendencia a que las aceras mantengan su anchura a lo largo del mismo tramo de calle hace que en muchos casos esta distancia no sea relevante. Sin embargo, en otras situaciones, bien porque la parcela está en esquina y número de policía y vado se encuentran en calles diferentes o bien porque el diseño de la calzada condiciona que la posición del número de policía y el vado tengan anchos muy distintos.

A continuación se muestran algunos ejemplos:

Posición del número de policía con respecto al vado



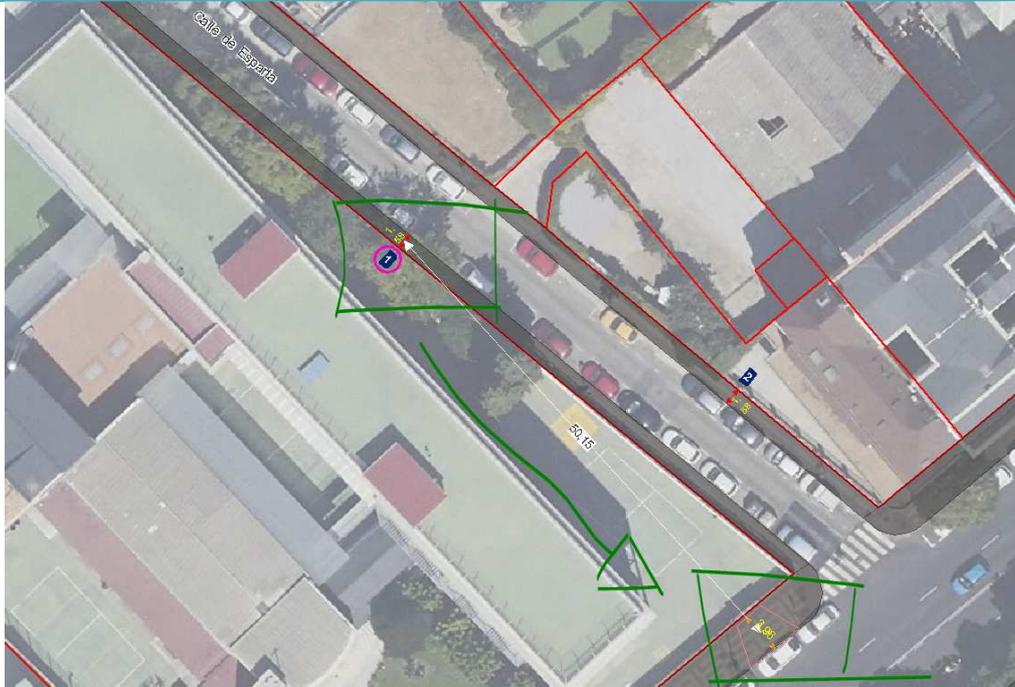
Calle de Juan Esplandiu, 5

Posición del número de policía con respecto al vado



Calle de Jacinto Verdaguer, 17

Posición del número de policía con respecto al vado. Parcela en esquina

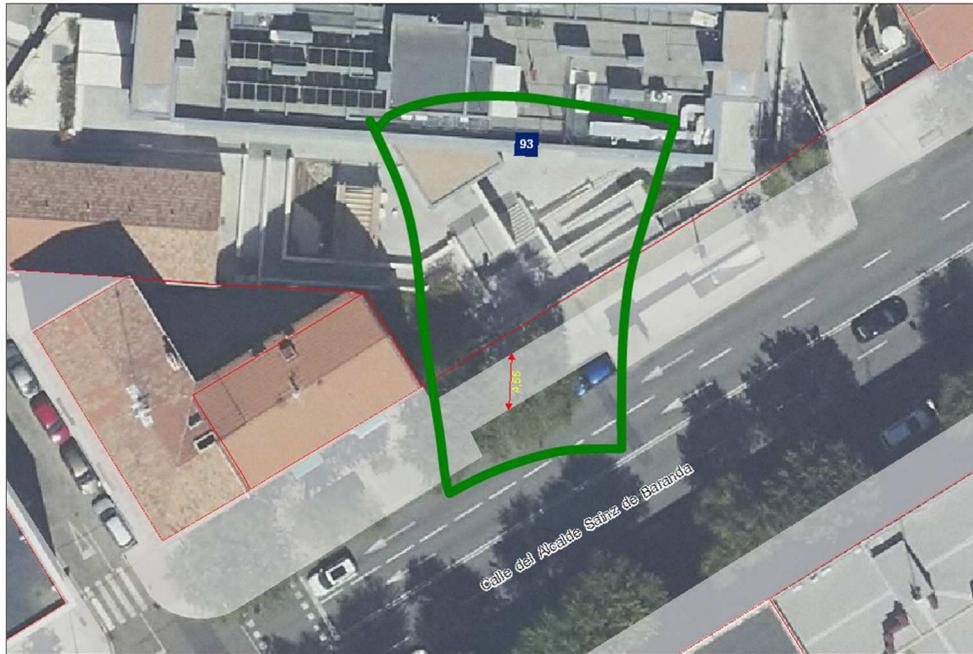


Calle de Esparta, 1

### 3. Ángulo de rotulación de los números de policía.

El ángulo que se indica para cada número de policía no siempre tiene que ser paralelo al vial al que está asignado. Eso produce que la línea que intersecta la acera no es perpendicular y por tanto el resultado difiere del real.

Calculo incorrecto por ángulo de rotulación no paralelo a la acera



Calle del Alcalde Sainz de Baranda, 93

### 3. Proceso de revisión en el terreno

Con el objetivo de verificar la validez de la cartografía como fuente para obtener el ancho de acera de los registros de vado se ha realizado un proceso de inspección en el terreno sobre una muestra del total de registros. El volumen de la muestra y los intervalos de evaluación se han realizado siguiendo la norma UNE-ISO 2859-2

El procedimiento de revisión en el terreno está descrito en el documento: 20210615 InformeCalidadMétricaCarto.docx titulado Tasa de vados. Informe de precisión métrica.

Como resultado de dicho proceso se puede indicar:

- Se han revisado 168 vados
- De los 168 hay 7 que se corresponden con registros del fichero de vados que cuentan con dos vados para la misma dirección, por lo que solo se ha considerado uno de ellos
- De estos 161 vados 23 se encontraban en una posición diferente a la del número de policía registrado y esa diferente posición era relevante para el cálculo (distinta acera, acera con un diseño diferente)
- De los 138 restantes se han obtenido 16 casos en los que hay una diferencia superior a la tolerancia de la cartografía (25cm) por discrepancia entre la cartografía y la realidad

Apoyándose en la Norma UNE-ISO 2859-2: "Procedimiento de muestreo para la inspección por atributos. Parte 2: Planes de muestreo para las inspecciones de lotes independientes, tabulados según la calidad límite (CL)", se puede afirmar que el porcentaje máximo de medidas incorrectas de anchura de acera donde se ha implantado un vado en el municipio de Madrid, obtenidas de la cartografía oficial según el método descrito en este informe, es del 10%.

## 4. Resultados

El proceso de cálculo realizado ha arrojado los siguientes resultados:

Descripción	Total	Porcentaje
Total de registros	47.906	100,00%
Registro con dirección normalizada (Edificio=1)	45.517	95,01%
Registros con código de ndp vigente	45.049	94,03%
<b>Registro que se obtenido el ancho de acera</b>	<b>42.344</b>	<b>88,38%</b>
Acera a más de 25 metros. No se calcula el ancho	2.666	5,56%
Ndp en acera. No se calcula el ancho	39	0,08%

La cifra más significativa son los 42.344 (88,38%) registros de los que se ha obtenido el ancho de acera. Todos estas localizaciones de vados cumplen con la característica que la distancia en la que se encuentra la acera con respecto al número de policía es inferior a 25 metros.

El cálculo se obtiene individualizadamente por lo que el resultado del proceso es:

- Fichero con la relación de registros de vado en el que se incluye el ancho obtenido
- Fichero en formato geográfico (shp) en el que se representa la línea resultante del cálculo y cuya longitud se corresponde con el valor de ancho definido para cada registro
- Fichero en formato geográfico (dwg) con la medición de vados

Para facilitar la consulta de la información geográfica se ha desarrollado un archivo de proyecto en la aplicación QGIS (3.14) en la que se han integrado y representado los datos.



desarrollo  
urbano

MADRID

# TASA DE VADOS. INFORME PRECISIÓN MÉTRICA

Descripción del proceso

JUNIO 2021

*Documentación sobre la precisión métrica de la cartografía municipal  
y los trabajos topográficos de medición de vados*

*Departamento de Cartografía*  
Subdirección General de Innovación e Información Urbana  
Área de Gobierno de Desarrollo Urbano

## Contenido

Introducción .....	3
1. Precisión métrica de la cartografía municipal .....	4
2. Medición topográfica de vados .....	¡Error! Marcador no definido.

## Introducción

La cartografía municipal es, junto con el callejero municipal, la base en la que se apoya la georreferenciación de la información del Ayuntamiento de Madrid.

Se realiza a escala de referencia 1:1000. Tiene su origen en 1997 y desde entonces se actualiza sistemáticamente por métodos de restitución a partir de vuelos fotogramétricos.

La última actualización disponible (expte 300/2016/01262) tiene como referencia el vuelo de 2016. Suponía la décima actualización de la versión original de 1997. En consecuencia, se consideró que era un momento adecuado para acometer un control métrico integral de la misma, que ofreciera datos de la máxima fiabilidad respecto a su precisión así como si su distribución es homogénea en toda la ciudad (expte. 300/2016/01862).

Actualmente se está llevando a cabo la actualización conforme al vuelo de 2019 y por primera vez incorporará información procedente de otros orígenes de datos y metodologías, como levantamientos topográficos, mapeo móvil y vuelos parciales de zonas específicas.

Ésta nueva actualización estará disponible en 2022. En consecuencia, el análisis métrico está basado en la actualización de 2016, si bien, los resultados y conclusiones son válidos para la actualización de 2019 y sucesivas, en todos aquellos datos que procedan de restitución. En cuanto a la información procedente de levantamientos topográficos o mapeo móvil, provienen de fuentes más precisas y por lo tanto los resultados siempre mejorarán la precisión respecto a los datos ofrecidos en este informe.

Por otra parte, en 2021, con objeto de verificar la fiabilidad del proceso automático de cálculo de vados, estos datos se han comparado con una muestra de 168 vados medidos topográficamente (expte. 300/2019/00614).

El objetivo del presente informe es resumir los resultados y conclusiones tanto del control métrico integral de la cartografía municipal como de la medición topográfica de vados.

# 1. Control métrico de la cartografía<sup>i</sup>

El proceso de Control Integral de la Precisión Métrica de la Cartografía Municipal a escala 1:1.000, es un procedimiento que tiene como objeto verificar la calidad métrica de la cartografía base municipal mediante un método de mayor precisión que el empleado en su generación, esto es, verificar información generada mediante métodos fotogramétricos con procedimientos de control topográficos.

Con el objetivo de validar métricamente la cartografía a escala 1:1.000, se ha efectuado un levantamiento de puntos de control tomando como tales, detalles de la propia cartografía mediante métodos de mayor precisión, esto es, métodos topográficos. El objetivo por tanto de este análisis es cuantificar la precisión absoluta de los objetos cartográficos, definida ésta a través de las desviaciones entre las coordenadas de los objetos representados y las coordenadas terreno de los elementos reales correspondientes, referidas a la Red Topográfica de Madrid o RTM, y la aplicación de unos test estadísticos que nos aseguren la fiabilidad de la información analizada.

Para tal fin, el alcance del levantamiento ha sido de 6941 puntos de control levantados, lo que significa una densidad de 14 puntos por Km<sup>2</sup> en todo el área a validar.

Se ha empleado el sistema geodésico de referencia ETRS89, basándose exclusivamente en vértices GNSS activos de la Red Geodésica Nacional y en clavos NAP, coincidente con el sistema que define a la Red Topográfica de Madrid.

Se ha tomado como referencia de altitudes del nivel medio del mar en Alicante. El sistema está materializado por la Red de Nivelación de Alta Precisión.

El Sistema de Representación Plana para la cartografía oficial es el sistema de referencia de coordenadas ETRS 89-Transversa de Mercator, estando todo el proyecto englobado en el Huso 30.

Se ha aplicado una metodología de control de la calidad posicional en cartografía mediante estudios basados en puntos, aplicando el test cartográfico EMAS (Engineering Map Accuracy Standard) que proporciona la exactitud de los mapas topográficos a gran escala. Este estándar ha sido desarrollado por la ASPRS (American Society of Photogrammetry and Remote Sensing) junto con la American Society of Civil Engineers y el American Congress on Surveying and Mapping (Veregin, H. & Giordano, A., 1994). Se ha optado por este test debido a que permite la comparación de la cartografía digital existente con una fuente de mayor exactitud. En este caso la fuente de mayor exactitud ha sido el empleo de un levantamiento de puntos en campo preciso con técnicas GPS RTK GNSS.

La conclusión extraída del control métrico es que la cartografía municipal cumple en planimetría la precisión métrica exigible a una cartografía 1:1000 (25 cm) en un 99%.

## 2. Medición topográfica de vados<sup>ii</sup>

Con objeto de verificar la fiabilidad del proceso automático de cálculo de vados, los datos obtenidos por este proceso se han comparado con una muestra de 168 vados medidos topográficamente (expte. 300/2019/00614).

El proceso se inicia partiendo de una muestra aleatoria de 208 vados que son revisados en campo.

De esta muestra inicial se han medido topográficamente un total de 168 vados, 37 no se han medido por falta de cobertura GPS y 3 no se han localizado en la dirección indicada.

Para cada vado se obtienen los siguientes datos:

- Longitud de línea de vado.
- Longitud de la distancia perpendicular a la línea de vado por el punto medio de la misma.
- Superficie ocupada por el vado.
- Si existe aparcamiento en la acera y su tipo (en línea o en batería).
- Fotografía del vado.

Todo ello nos permite disponer de información precisa y detallada del emplazamiento, dimensión y forma del vado obtenida por métodos de medición directa.

Además permite contrastar la medida del ancho de acera obtenida por métodos indirectos, contrastándola con el ancho de acera obtenido perpendicularmente a la acera exactamente por el punto medio del vado.

Los resultados de este análisis comparado se presentan en el informe del cálculo automático.

## 3. Conclusiones

La cartografía municipal cumple en planimetría la precisión métrica exigible a una cartografía 1:1000 (25 cm) en un 99%.

El levantamiento topográfico realizado sobre una muestra de 168 vados permite obtener conclusiones extrapolables al conjunto de la base de datos de vados.

La medición topográfica de vados es el método adecuado para obtener la definición más precisa de los mismos.

El empleo de técnicas GPS no permite la medición en todos los emplazamientos, si bien es el método más eficiente para la medición de una muestra como la que se plantea en este test.

En la hipótesis de una medición completa de todos los vados para una posible revisión global de la base de datos y su posterior mantenimiento habría que combinar diferentes técnicas de captura de datos, tales como mapeo móvil, GPS, topografía clásica, etc.

Se han detectado un porcentaje de vados que en la base de datos original están mal ubicados debido a que se encuentran en la posición del portal y no en el vado en sí, pudiendo tener la acera el mismo ancho en ambas posiciones o no. También se dan situaciones en que los emplazamientos están en vías diferentes, como es el caso de esquinas, calles traseras, etc.

Sería recomendable que todo nuevo vado que se incorpore a la base de datos se levantara topográficamente.

---

<sup>i</sup> Documentación anexo 1. Observaciones, cálculos, memoria y resultados del Control Métrico Integral de la Cartografía Municipal.

<sup>ii</sup> Documentación anexo 2. Observaciones, cálculos, memoria y resultados del levantamiento topográfico de vados.